

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-121417
 (43)Date of publication of application : 02.06.1987

(51)Int.Cl. G02B 21/02
 // G02B 21/00

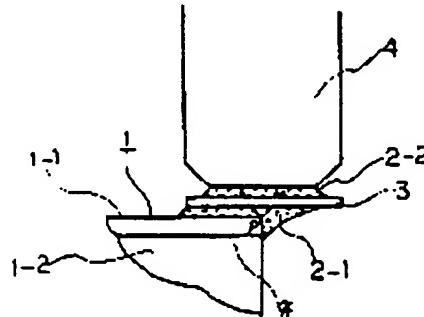
(21)Application number : 60-261018 (71)Applicant : HITACHI LTD
 (22)Date of filing : 22.11.1985 (72)Inventor : NAKAZAWA KOJI

(54) LIQUID-IMMERSION OBJECTIVE LENS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a high-resolution observation without flowing out a liquid medium even when the end part and peripheral part of a sample are observed through a microscope by laminating the media of different quality in layers as a medium to be interposed between the tip of an objective lens and the sample to be observed.

CONSTITUTION: Plate glass 3 is stuck on the objective lens 4 by an oil film 2-2. An oil film 2-1, on the other hand, is dripped on the surface of the sample 1 and the objective lens 4 is put close to a focusing position, so that the oil film 2-1 sticks on the transparent glass 3 as an intermediate medium. At this time, the oil film 2-1 becomes sufficiently thin, so the oil film is held with its surface tension and prevented from flowing out of the end part of the sample 1. Consequently, the vicinity of the end part point P of the sample 1 which can not be observed by a conventional oil-immersion observing method because the oil flows out can be observed by oil immersion.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

④日本国特許庁(JP)

④特許出願公開

④公開特許公報(A) 昭62-121417

④Int.Cl.
G 02 B 21/02
// G 02 B 21/00

識別記号

序内整理番号
8106-2H
7370-2H

④公開 昭和62年(1987)6月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

④発明の名称 浸没対物レンズ装置

④特 願 昭60-261018

④出 願 昭60(1985)11月22日

④発明者 中 沢 宏治 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

④出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

④代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1. 発明の名称

浸没対物レンズ装置

2. 特許請求の範囲

1. 対物レンズ先端と被観察試料との間に、少なくとも被体の媒体を介在させる液浸対物レンズ装置において、前記対物レンズ先端と前記被観察試料との間に介在させる媒体を、複数の異なる媒体で層次に複数したことを特徴とする液浸対物レンズ装置。

2. 特許請求の範囲1項記載のものにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体を、屈折率の異なる複数の媒体で層次に複数したものである液浸対物レンズ装置。

3. 特許請求の範囲1項または項2記載のもののいずれかにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体は、被体媒体中に、透明な固体により形成された中間媒体を介在させ層次に複数するものとし、前記媒体は媒体は棒とし、少なくとも中間媒体と

複数被体との間に表面張力を発生する油膜を形成せしめたものである液浸対物レンズ装置。

4. 特許請求の範囲3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な平面状の板ガラスとしたものである液浸対物レンズ装置。

5. 特許請求の範囲3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な球子面状の板ガラスとしたものである液浸対物レンズ装置。

6. 特許請求の範囲3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な板ガラスとし、この板ガラスをリングに固定し、このリングを対物レンズ先端部の外周に、滑走輪回を滑動可能に装備したものである液浸対物レンズ装置。

5. 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、液浸対物レンズ装置に係り、被体媒体の蒸発を防止するのに好適な液浸対物レンズ装置に関するものである。

特開昭62-121417(2)

(発明の背景)

従来の顕微鏡界により I.C パターンや墨気ヘッド等の複雑な寸法形状を 0.1mm オーダーの高精度で測定する場合、乾燥系対物レンズよりも液浸対物レンズの方が解像力が良いため有利となるが、液浸対物レンズでは、対物レンズと被観察試料（以下単に試料という）との間に油膜など液体媒体を介在させることが必要になる。

従来の液浸対物レンズ装置による誤差について第 9 図および第 10 図を参照して説明する。

第 9 図は、従来の液浸対物レンズ装置の断面図、第 10 図は、第 9 図の断面による試料の油膜遮蔽状態を示す説明図である。

従来の液浸対物レンズ装置では、第 9 図に示すように、対物レンズ 4 の先端に油などの液体媒体 2 を塗布して試料 1 を観察するようになっている。

液体媒体 2 の屈折率を n_2 とすると、対物レンズの性能を表わす開口数 $N.A.$ は次式で与えられる。

$$N.A. = \frac{f}{\lambda} \sin \theta_1 \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 θ_1 は光路上の物点 0 から対物レンズ 4 に入射する角度の最大値である。

ところで、顕微鏡の分解能 δ は、使用する光の波長を λ として、

$$\delta = \frac{\lambda}{2 \sin \theta_1} \quad (\text{式: 遠近}) \quad \dots \dots \dots (2)$$

液浸対物レンズでは、液体媒体 2 の屈折率 n_2 が、乾燥系対物レンズにおける空気の屈折率 $n_1 = 1$ にくらべて大きく、 $n_2 > n_1$ となるので、対物レンズの分解能 δ は液浸系の方が乾燥系よりも優れている。そこで、サブミクロン・オーダーの微細な寸法形状を顕微鏡観察する場合、液浸対物レンズの方が高精度な観察が可能となる。

例えば、上式で $\lambda = 0.6$, $f = 0.58mm$ とし、100 × 対物レンズにおける $\sin \theta_1 = 0.93$ とすると、市販されている顕微鏡用の油の屈折率 $n_2 = 1.5$ であるから、 $\delta = 0.25mm$ の分解能が液浸対物レンズにおいて得られるが、乾燥系対物レンズでは、 $\delta = 0.57mm$ となる。

試料上の観察点が試料の平面内にある場合は、液浸対物レンズを使う上で問題は生じないが、第 10 図に示すとく、試料 1 の周辺部や角部を觀察する場合は、液体媒体 2 の油膜が流出してしまう、誤差誤差が不可避となる。ここで 100 × 対物レンズの場合、一例として、作動距離 $b = 0.23$ は極度である。

なお、上記の顕微鏡の分解能や対物レンズの構造等に関しては、例えば、商井他 2 名、応用光学概論、金原出版（昭和 61 年 2 月）、P.87 に記載されている。

(発明の目的)

本発明は、前述の従来技術の問題点を解決するためになされたもので、試料端部や周辺部を顕微鏡観察する場合でも、対物レンズ先端と試料との間に介在する液体媒体が漏出することなく、高分解能の観察を可能にする液浸対物レンズ装置の構成を、その目的としている。

(発明の概要)

本発明に係る液浸対物レンズ装置の構成は、

対物レンズ先端と被観察試料との間に、少なくとも液体媒体を介在させる液浸対物レンズ装置において、前記対物レンズ先端と前記被観察試料との間に介在させる媒体を、該媒体で層状に横層したものである。

なお、付記すると、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体は、液体媒体中か、透明な固体により形成された中間媒体を介在させ層状に横層するものとし、前記液体媒体は油とし、少なくとも中間媒体と被観察試料との間に表面張力を発生する油膜を形成せしめたものである。

すなわち、本発明では、液浸対物レンズの作動距離を見かけ上小さくし、試料上の油膜はそれを少させることにより油膜の流出を防止している。

また、使用する液体媒体の油の粘度を大きくすることにより油膜の流動を防止している。その結果、試料の端部や周辺部についても、液浸対物レンズにより高精度な観察を可能にしたも

特開昭62-121417(3)

のである。

(発明の実施例)

以下、本発明の各実施例を第1図ないし第9図を参照して説明する。

まず、第1図は、本発明の一実施例に係る複数対物レンズ装置による試料表面観察状況を示す構成図。第2図は、本発明の他の実施例に係る複数対物レンズ装置による顕微鏡の改善を示す構成図である。

なお、各図において、第9図と同一符号のものは従来技術と同等部分を示しており、対物レンズ4は外殻を示しているが、その内容は第9図に示したレンズ構成と同じものである。

第1図において、2-1、2-2は、対物レンズ4先端と複数試料(以下単に試料という)1との間に介在させる複数媒体に係る油による油膜を示す。3は、複数媒体中の中間媒体を構成する薄い平板状の透明な板ガラスである。

このように、本実施例では、油膜2-1、板ガラス3、油膜2-2が層状に積層して媒体を

油膜2-1、2-2の屈折率は異なる値をもつように別々の油を用いることもできるが、一般的には同一の油を用いて同じ屈折率とすることができ、例えば屈折率n₁=1.5である。また、板ガラス3の屈折率は通常は上記他の屈折率と同一になるよう材料を選ぶことができるが、別の屈折率とすることもできる。

油膜2-1、2-2および板ガラス3の屈折率をみな同一のn₁=1.5とした場合には、光学的には、第9図に示した従来の複数対物レンズ装置と全く同じになり、ただ板ガラス3が油膜の形状を保持しているという点のみが異なる。

油膜と板ガラスの屈折率を異ならせた他の実施例が第2図に示すものである。

第2図の複数対物レンズ装置では、油膜2-1の屈折率を相対的に大きく、例えばn₁=1.6とし、板ガラス3の屈折率を小さく、例えばn₁=1.45とする。

このように、屈折率を調整することにより、対物レンズ4に対する最大入射角は、第9図に

形成している。

その装置の構造の仕方と作用を説明する。

まず、板ガラス3を油膜2-2により対物レンズ4に付着させておく。一方、試料1の表面に油膜2-1を噴下してから、前記対物レンズ4を合焦位置まで近づけると、油膜2-1は中間媒体である透明ガラス3に付着する。このとき、油膜2-1の厚さは十分に薄くなっているので、油膜の表面張力により第1図のように油膜が保持され、試料1の遠近から突出することを防止できる。

したがって、従来の複数対物レンズでは、油が突出して離脱できなかつた試料1の端部附近を油で封閉することが可能である。

一例として、対物レンズ4の作動距離を0.23mmとし、板ガラス3を0.07mmの複厚にすると、油膜2-1、2-2は、各々0.07mm程度の厚さとなる。また、対物レンズ4先端の油膜と接する直角は、例えば5度で、板ガラス3の直角はこれより多少大きめに作ることができる。

示したと同じようにしながら、試料1表面の光路上の屈折点のから対物レンズ4に向う光の光路となす最大角度θ₁を、θ₁>θ₀と大きくすることにより、前に図式で示した開口数ダイヤルを従来より大きくでき、対物レンズの分解能を従来より向上させることができる。

なお、前述の第1、2図の複数対物レンズ装置について、板ガラス3が対物レンズ4の先端に吸着または吸着可能にすることにより、油膜2-2は省くことができる。

また、板ガラス3を、試料1の上に密着してのせることを可能にすることにより、油膜2-1を省くことができる。

さらに、構造を例として、油膜2-1に、例えば粘性の高い油を用いることができれば、板ガラス3を用いることなく、油膜2-2を油膜2-1の上に直接被覆することが可能である。

このとき、対物レンズ4の作動距離をθ₁として、油膜2-2の厚さは0~1mmの間で可変であり、これに対応して油膜2-1の厚さは0~0.1mm

特開昭62-121417(4)

C間で可能である。

また、さらに構造を例として、第2図に示した複数に積層された複数の媒体、すなわち油膜2-1、2-2、複ガラス3の各層のうちの一層を、空気層または真空層(屈折率=1)とすることも可能である。

例えば、試料1に接する油膜2-1に相当する層に、屈折率の非常に高い物質(例えば、 $n=2$)を使い、複ガラス3に相当する層を空気層として、各層の厚さを調整すれば、対物レンズ4に対する最大入射角 θ を飽和と等しくすることも可能である。

なお、第1図に示すように、試料1の表面に透明な保護膜1-1が形成されていて、この保護膜1-1を通して電子1-2の波長、例えば、 λ 点を観察するような場合もある。

このような場合は、保護膜1-1の膜厚を十分厚く形成することにより油膜部の厚さを薄くして油膜の逸出を防止することができ、複ガラス3を用いずに油浸調査を行うことも可能である。

第3図に示す実施例は、複体媒体に係る油膜2-1、2-2間に、中間媒体に係る透明な複ガラス3が介入されており、この複ガラス3はリング6に固定されている。このリング6は、対物レンズ4の外周面に、上下方向に特定範囲を運動できるよう仕切られている。3は、リング6が対物レンズ4から脱けるのを防止するストッパーである。

リング6の内側は油膜2-2で満たされており、リング6の上下動により複ガラス3と対物レンズ4先端との間の油膜が遮切れることがないように構成されている。

このように、中間媒体に係る複ガラス3を対物レンズ4側に拘束することにより、第1、2図に示したような油浸鏡の作業性が著しく向上する。

次に、本発明のさらに他の実施例を第4図を参照して説明する。

第4図は、本発明のさらに他の実施例に係る油浸対物レンズ装置の構成図で、図中、第2図

る。

ところで、第1図に示すように、試料1の周部、周辺部を観察する油浸対物レンズ装置の構成では、試料1を対物レンズ4から遠ざけた場合、複ガラス3は、油膜の接触面積の大きい対物レンズ4側に付着するので都合がよい。

しかるに、試料1の周部、周辺部を観察する第1図の場合と違って、試料1の中央平面部を観察する第2図の例では、複ガラス3の上下面の油膜接觸面積は極端等しいので、試料1を対物レンズ4から遠ざけた場合、複ガラス3が、対物レンズ4と試料1とのどちら側に付着して張るかは一概に決まらず、試料の場所を変えて観察を継続するのに作業性が悪くなる。

そこで、これを改善した油浸対物レンズ装置が第3図に示すものである。

第3図は、本発明のさらに他の実施例に係る油浸対物レンズ装置の構成図であり、図中、第1図と同一符号のものは、同様部分であるから、その説明を省略する。

と同一符号のものは同様部分であるから、その説明を省略する。

前述の第1図ないし第3図の装置では、中間媒体は平面状の複ガラスを用いたものであるが、第4図の例は、油膜中の中間媒体に、球面状または非平面状の複ガラス3'を用いたものである。

本実施例によれば、先の実施例と同様の効果が期待されるほか、中間媒体の介入によって生じる球面収差を改善することも可能である。

次に、油浸対物レンズ装置による観察の具体例を第5図ないし第8図を参照して説明する。

第5図は、第1図の装置による油浸鏡実例を拡大して示す説明図、第6図は、その顕微鏡翻轉像、第7図は、第6図のページ面上の輝度信号波形図、第8図は、アソセニタ付き油浸鏡装置の構成図である。

第5図に示す油浸鏡では、試料1は、表面に透明な保護膜1-1が形成されたもので、電子1-2の波長のパターンサイン形状を観察するも

特開昭62-121417(日)

のである。

電子 1-2 は、待合の点⁽¹⁾、回路⁽²⁾、鏡面⁽³⁾で示される形状を有している。

電子 1-2 上の端部近傍の待合の点⁽¹⁾に矢印のように入射して反射した光は、保険鏡 1-1 の端面メガネ上に全反射し、矢印のように対物レンズ 4 に戻るため鏡像⁽⁴⁾を形成する。

このように、保険鏡 1-1 の端面メガネで全反射させるためには、保険鏡 1-1 の屈折率を曲鏡 2-1 の屈折率より大きくしなければいけない。例えば、曲鏡 2-1 の屈折率⁽ⁿ⁾を 2.5 とし、保険鏡 1-1 の屈折率⁽ⁿ⁾を 1.63 とすれば、上記のように全反射するための臨界角は 67° となる。

このような処理説明を行うアダモニタ付複数鏡構造の構成を第 8 図に示す。

第 8 図において、1 は試料、4 は、複数鏡の対物レンズで、複数対物レンズ装置を構成している。2 は、別鏡鏡の鏡筒、3 は、別鏡鏡に搭載したアダモニタ、9 は信号処理回路、10 は、セニタ用のディスプレイ装置である。

複数対物レンズ装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の一実施例に係る複数対物レンズ装置による試料部配置構造状況を示す構成図、第 2 図は、本発明の他の実施例に係る複数対物レンズ装置による鏡筒部の改変を示す構成図、第 3 図は、本発明のさらに他の実施例に係る複数対物レンズ装置の構成図、第 4 図は、本発明のさらに他の実施例に係る複数対物レンズ装置の構成図、第 5 図は、第 1 図の構造による複数鏡構造を拡大して示す説明図、第 6 図は、その構造説明図、第 7 図は、第 6 図のレーリ面上の屈折倍率鏡図、第 8 図は、アダモニタ付き複数鏡構造の構成図、第 9 図は、従来の複数対物レンズ装置の鏡筒図、第 10 図は、第 9 図の構成による試料の端部配置状態を示す説明図である。

1 … 試料

2-1, 2-2 … 鏡筒

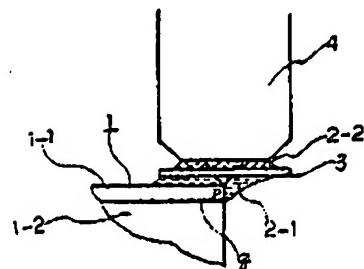
3, 3' … 押ガラス

4 … 対物レンズ

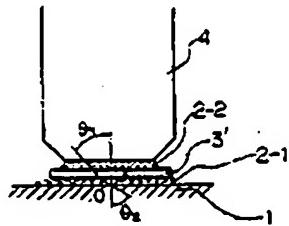
6 … リング

代理人弁護士 小川 康男

第 1 図

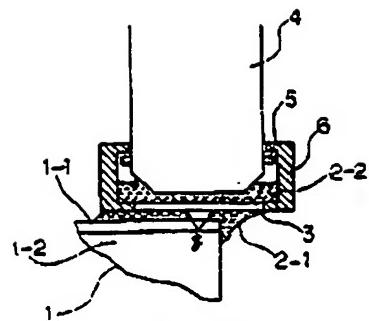


第 2 図

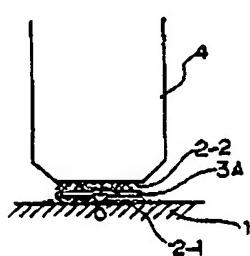


特開昭62-121417(6)

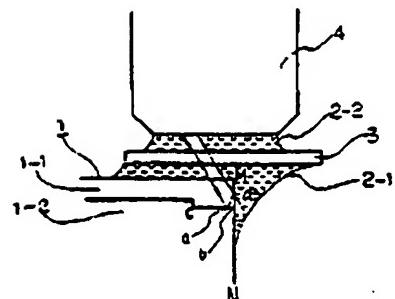
第3図



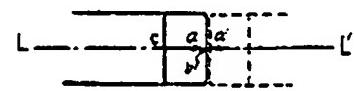
第4図



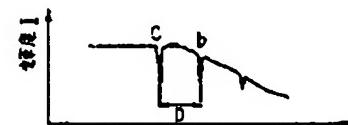
第5図



第6図

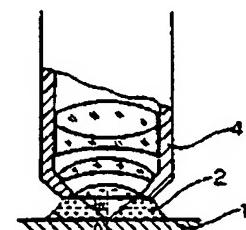
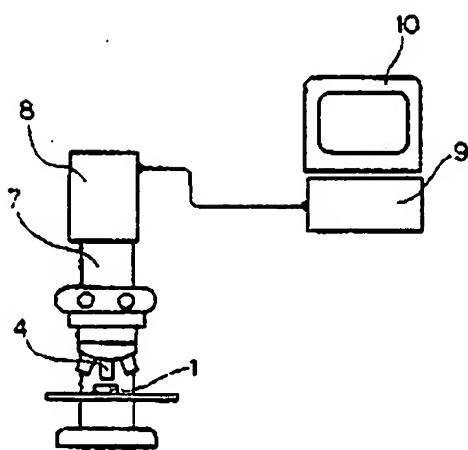


第7図



第9図

第8図



第10図

